

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08189909 A**(43) Date of publication of application: **23.07.96**

(51) Int. Cl. **G01N 25/18**  
**G06F 17/00**

(21) Application number: **07002101**(22) Date of filing: **10.01.95**(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**

(72) Inventor: **OKI SHIGERU**  
**MORITA MASATAKA**  
**MITANI MASATO**  
**KUBO YAYOI**

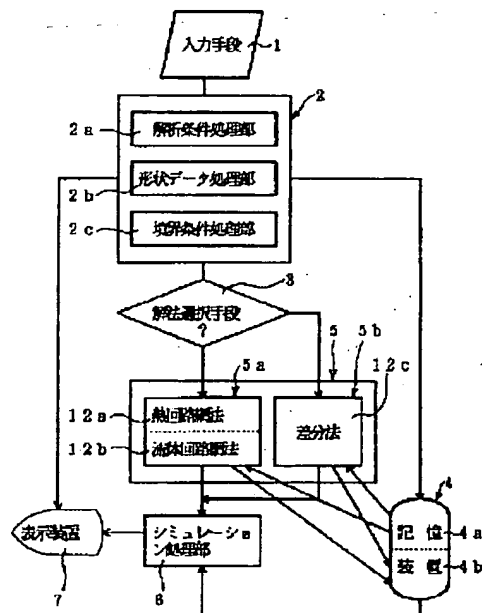
(54) **METHOD AND DEVICE FOR SIMULATING HEAT FLOW CHARACTERISTIC**

## (57) Abstract:

**PURPOSE:** To effectively carry out detailed analysis through highly accurate analysis method by storing the data shown by a three-dimensional solid/surface method, and selecting either of a high-speed analysis method by heat network method and liquid network method and that by differential method.

**CONSTITUTION:** Boundary data such as an enumeration data showing the shape of an objective space within an electronic equipment, etc., an enumeration data including the generated heat quantity of a heat source and its location, and the ventilation condition of the boundary part in the objective space are inputted by an inputting means 1. The inputted enumeration data are stored as a data shown by the three-dimensional solid/surface method in a storing device 4. An analysis method selection means 3 selects either of a high-speed analysis method 5a using a heat network method 12a and liquid network method 12b and a high-speed analysis method 5b using a differential method 12c, according to the set condition. Then, a calculation means 5 performs calculation based on the stored data by the selected method and indicates the analyzed result in a display 7.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO



**THIS PAGE BLANK (USP)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-189909

(43) 公開日 平成8年(1996)7月23日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 1 N 25/18

L

G 0 6 F 17/00

9168-5L

G 0 6 F 15/20

D

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全8頁)

(21) 出願番号

特願平7-2101

(22) 出願日

平成7年(1995)1月10日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 大木 滋

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 森田 真登

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 三谷 真人

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 石原 勝

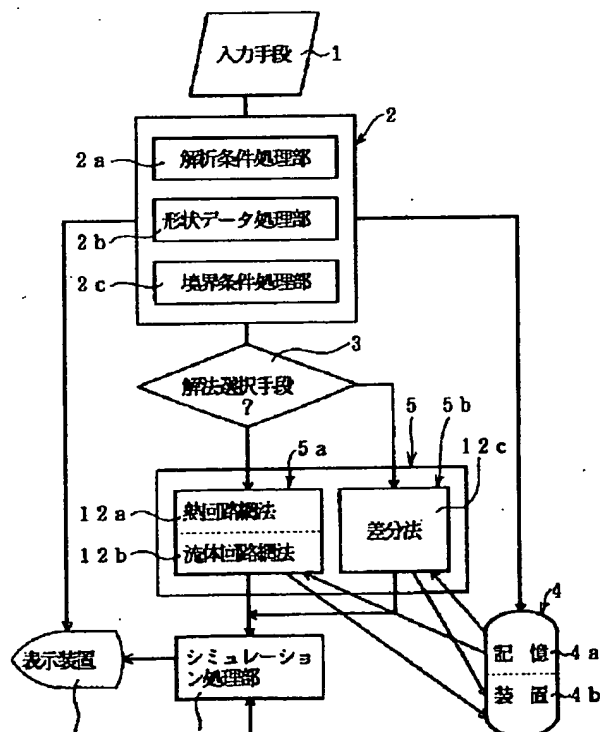
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱流特性シミュレーション方法及びその装置

(57) 【要約】

【目的】 3次元ソリッド／サーフェスの手法で3次元形状物を面の組合せとしてとらえて演算や表示を行うと共に、高速解法によるシミュレーションで絞り込まれた好適な条件の入力データを有効に利用して、効率よく高精度解法による詳細な解析を行なうことのできる熱流特性のシミュレーション方法及びその装置を提供する。

【構成】 対象空間9の形状を表す計数データ、熱源8の発熱量及びその配置位置を含む計数データと、対象空間の境界部の通風条件などの境界条件とを入力する入力手段1と、入力された計数データを3次元ソリッド／サーフェス手法で表されるデータとして保存する記憶装置4と、設定された解析条件に従って、熱回路網法及び流体回路網法を用いた高速解法5aか、差分法を用いた高精度解法5bかのいずれか一方の解法を選択する解法選択手段3と、選択された解法で、上記保存されたデータを基に演算を実行する演算手段5と、解析結果を表示する表示装置7とを備えたことを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 対象空間の形状、熱源の発熱量及びその配置位置を含む計数データと、対象空間の境界部の通風条件などの境界条件とから、対象空間の熱流特性を経時的に求めて表示する熱流特性シミュレーション方法において、

前記計数データ及び前記境界条件を解析装置へ入力し、上記入力された計数データを3次元ソリッド/サーフェス手法で表されるデータとして記憶装置に保存させ、上記解析装置は設定された解析条件に従って、流体回路網法及び熱回路網法を用いた高速解法か、対象空間を細分化して数理的に解析する差分法を用いた高精度解法かのいずれか一方の解法を選択し、選択された解法を用いて上記保存されたデータを基に演算を実行し、解析結果を表示装置へ表示することを特徴とする熱流特性シミュレーション方法。

【請求項2】 高速解法及び高精度解法が熱輻射計算機能を有する請求項1記載の熱流特性シミュレーション方法。

【請求項3】 高速解法及び高精度解法が感度解析機能を有する請求項1または2記載の熱流特性シミュレーション方法。

【請求項4】 解析結果をカラーコンター図で表示する請求項1、2または3記載の熱流特性シミュレーション方法。

【請求項5】 解析結果をベクトル図で表示する請求項1、2または3記載の熱流特性シミュレーション方法。

【請求項6】 解析結果をパーティクル図で表示する請求項1、2または3記載の熱流特性シミュレーション方法。

【請求項7】 対象空間の形状、熱源の発熱量及びその配置位置を含む計数データと、対象空間の境界部の通風条件などの境界条件とから、対象空間の熱流特性を経時的に求めて表示する熱流特性シミュレーション装置において、

前記計数データ及び前記境界条件を入力する入力手段と、

上記入力された計数データを3次元ソリッド/サーフェス手法で表されるデータとして保存する記憶装置と、設定された解析条件に従って、熱回路網法及び流体回路網法を用いた高速解法か、差分法を用いた高精度解法かのいずれか一方の解法を選択する解法選択手段と、上記選択された解法で、上記保存されたデータを基に演算を実行する演算手段と、

解析結果を表示する表示装置とを備えたものであることを特徴とする熱流特性シミュレーション装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、電子機器などの熱源を

布、その方向を経時的に表示する熱流特性シミュレーション方法及び、その装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来から電子機器内の対象空間の熱流体解析には、対象空間を小領域に分割して数理的モデル化によって熱解析を行う、解析精度に優れた差分法や有限要素法が知られている。また商品サイクルの著しい今日では、熱抵抗などによってモデル化される、比較的ラフな分割で高速解析を行う熱回路網法や流体回路網法などが使われていた。

【0003】 例えば図20に示す高精度な処理を行う従来の熱流特性の解析装置は、差分法12cや有限要素法などを利用したもので、図12に示すような対象空間を小領域13に分割して解析を行なうことで、精度的に優れた演算結果が得られる反面、演算作業に膨大な時間を要する解析装置である。差分法とは対象空間を立方形状の小領域に分けて、例えば熱伝導に対する熱伝導方程式などに差分という数学的近似を行って方程式の解を求める方法で、他方有限要素法とは、対象空間を立方形状の小領域(有限要素)に分けて、例えば熱伝導に対する熱伝導方程式などを連立1次方程式に置き換えて数学的に方程式の解を求める方法である。

【0004】 一方、図19に示す高速で処理を行う従来の熱流特性の解析装置は、熱回路網法12aや流体回路網法12bを用いて、比較的ラフな分割によって高速処理で粗い結果を得る解析装置である。熱回路網法は対象空間を網目状に分割して、各接点間を図13に示す熱抵抗14で表して熱流の流れを電気回路的にモデル化して解析を行う方法で、他方流体回路網法とは、対象空間を網目状に分割し、各接点間の圧力差を流路抵抗として表して流路内を流れる空気の流れを電気回路的にモデル化して解析を行う方法である。

【0005】 また、熱回路網法と流体回路網法とを組み合わせた熱流特性の解析装置(特開平4-30270号公報)などが提案されているが、これらの方法においては、対象空間の形状や熱源の発熱量や配置位置など入力された計数データは、対象物を直交格子(メッシュ)を用いて点と直線のつながりでのみで形状を表現する3次元のワイヤーフレームの数学的手法を用いたものであった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 上記従来の解析方法においては、形状などの入力データは、点と直線のつながりでのみで形状を表現する3次元ワイヤーフレーム手法で表現されるものである。

【0007】 したがって、ワイヤーフレーム手法では線で囲まれる中空部分では対象物を壁としてとらえることが困難で、例えば電磁波として空中を伝播する輻射熱による、壁面が受ける影響を輻射比(形態係数)から算出す

態のチェック、または図14に示す図形同士の加減算(図形演算処理)、更に3次元形状を視覚的に表現する図15に示す陰線15や陰面16の処理を用いた表示などにおいて、点17と線18のみで複雑な物体間同士の形状や詳細な解析を行うことは困難であった。すなわち、形状の立体化表現において中空面を壁としてとらえて、正確な熱計算を行ったり、複雑な3次元形状を視覚的に処理する点で問題があった。

【0008】また、差分法や有限要素法は、数理的モデル化によって熱解析を行うため解析精度に優れていたが、対象空間を小領域に分割して解析をせねばならず、演算処理に膨大な時間を要するという問題があった。

【0009】さらに、熱抵抗などによって解析を行う熱回路網法や流体回路網法などによる比較的ラフな分割で演算処理時間がかからない高速解析方法は、精度的に粗い結果となり、そのシミュレーション結果からのみでは解析精度は不十分で詳細なイメージが得られず問題であった。

【0010】本発明は上記従来の問題点を解決するために、3次元ソリッド/サーフェスの手法で3次元形状物を面の組合せでとらえて演算や表示を行うと共に、高速解法によるシミュレーションで絞り込まれた好適な条件の入力データを有効に利用して、効率よく高精度解法による詳細な解析を行なわせることのできる熱流特性のシミュレーション方法及びその装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本願の第1発明は、上記従来例の問題点を解決するため、対象空間の形状、熱源の発熱量及びその配置位置を含む計数データと、対象空間の境界部の通風条件などの境界条件とから、対象空間の熱流特性を経時的に求めて表示する熱流特性シミュレーション方法において、前記計数データ及び前記境界条件を解析装置へ入力し、上記入力された計数データを3次元ソリッド/サーフェス手法で表されるデータとして記憶装置に保存させ、上記解析装置は設定された解析条件に従って、流体回路網法及び熱回路網法を用いた高速解法か、対象空間を細分化して数理的に解析する差分法を用いた高精度解法かのいずれか一方の解法を選択し、選択された解法を用いて上記保存されたデータを基に演算を実行し、解析結果を表示装置へ表示することを特徴とする。

【0012】また、高速解法及び高精度解法が、熱輻射計算機能または感度解析機能を備えれば好適である。

【0013】ここで上記熱輻射計算機能とは、熱源から電磁波として空中を伝播する輻射熱が、壁面に与える熱量の影響を輻射比(形態係数)から算出する機能である。また上記感度解析機能とは、境界面などの流入出孔の大きさ(開口率)などを感度パラメータとして備え

う機能である。

【0014】また、解析結果をカラーコンター図やベクトル図またはパーティクル図として出力することが好適である。

【0015】ここで、上記カラーコンター図とは、空間の熱の広がりや明るい色から暗い色への色の流れで表現したものであり、また上記ベクトル図とは、空間への熱の広がりを位置と方向と流量の関係でベクトル的に表現したもの、さらに上記パーティクル図とは、空間への熱の広がりを微粒子を飛ばす感覚で微粒子の描く軌道の流れを経時変化として表現したものである。

【0016】本願の第2発明は、上記従来例の問題点を解決するため、対象空間の形状、熱源の発熱量及びその配置位置を含む計数データと、対象空間の境界部の通風条件などの境界条件とから、対象空間の熱流特性を経時的に求めて表示する熱流特性シミュレーション装置において、前記計数データ及び前記境界条件を入力する入力手段と、上記入力された計数データを3次元ソリッド/サーフェス手法で表されるデータとして保存する記憶装置と、設定された解析条件に従って、熱回路網法及び流体回路網法を用いた高速解法か、差分法を用いた高精度解法かのいずれか一方の解法を選択する解法選択手段と、上記選択された解法で、上記保存されたデータを基に演算を実行する演算手段と、解析結果を表示する表示装置とを備えたものであることを特徴とする。

【0017】

【作用】本願の第1発明は上記方法によって、次のような作用を営むことができる。すなわち、上記入力されたデータまたは3次元ソリッド/サーフェス手法で表されるデータを記憶装置に保存して、熱回路網法及び流体回路網法による高速解法と、差分法による高精度解法の解法を備えて、いずれか一方の解法を選択する解法選択手段で選ばれた解法で演算を実行することで、解析精度は十分ではないが比較的簡単に扱える熱回路網法や流体回路網法の高速解法でシミュレーションをすれば、俊敏に解を得ることができ、更に短時間で比較的好適な条件に絞り込むことができる。このように求めた好適な条件で、再び精度の高い差分法による高精度解法を行えば、一から形状や熱流体条件などのデータを再入力することなく容易に高精度な熱流体計算を効率よく行うことができる。

【0018】これは、高速解法や高精度解法がソリッド/サーフェス手法の同一条件下のデータ構造で記憶装置にデータが保存されることで達成している。

【0019】また、3次元ソリッド/サーフェス手法によるデータ構造によって、接面状態や干渉状態のチェック、または図形演算処理、更に陰面処理を用いた表示など、壁を用いて複雑な形状表現や詳細な解析を容易に行わせることができる。

算機能または感度解析機能を備えれば、3次元ソリッド／サーフェス手法によるデータ構造によって、点と線と面と面のつながりで立体物を表現して、面を壁として捕らえることで、熱輻射計算機能で、電磁波として空中を伝播する輻射熱により壁面が受ける影響を輻射比（形態係数）から算出（輻射計算）を行うことができ更に、感度解析機能で流入出口などの孔の大きさ（開口率）などの感度パラメータを自由に変化させながら、好みの断面位置での熱量や熱流などの変化のようすを即座に知ることができる。

【0021】また、解析結果をカラーコンター図やベクトル図またはパーティクル図として出力するものであれば、空間の熱の広がりやを明るい色から暗い色への色の流れで表現した図16に示すカラーコンター図や、空間への熱の広がりやを位置と方向と流量の関係をベクトルの的に表現した図17に示すベクトル図、または空間への熱の広がりを微粒子を飛ばす感覚で微粒子の描く軌道の流れを経時変化として表現した図18に示すパーティクル図などの出力で、熱力学の専門知識のない技術者であっても熱解析のシミュレーション結果を容易に理解することができる。

【0022】本願の第2発明は上記構成によって、第1発明のものと同様に形状の立体化表現において面を壁としてとらえて、複雑な3次元形状を視覚的に処理すると共に、概略計算する高速解法と最終確認などを行う高精度計算を組み合わせ、効率良く精度良い熱流体計算をシミュレーションする作用を営むことができる。

【0023】

【実施例】以下本発明の実施例について、図面を参照しながら詳細に説明する。図1～図11に示す本発明の実施例は、対象空間9の形状を表す計数データ、熱源8の発熱量及びその配置位置を含む計数データと、対象空間の境界部の通風条件などの境界条件とを入力する入力手段1と、入力された計数データを3次元ソリッド／サーフェス手法で表されるデータとして保存する記憶装置4と、設定された解析条件に従って、熱回路網法12a及び流体回路網法12bを用いた高速解法5aか、差分法12cを用いた高精度解法5bかのいずれか一方の解法を選択する解法選択手段3と、上記選択された解法で、上記保存されたデータを基に演算を実行する演算手段5と、解析結果を表示する表示装置7とを備えて、電子機器内などの対象空間9の形状や熱源の発熱量、その配置位置、その形状などの計数データや、対象空間9の境界部の通風条件などの境界条件から、対象空間9の経時的な熱流特性を求めるシミュレーション装置に係るものである。

【0024】図1に示す入力装置1はデータの入力や処理コマンドの入力が行われる。入力されたデータやコマンドは一旦入力データ処理部2に取り込まれて、入力デ

れる。

【0025】ここで、第1のシミュレーション対象である図7に示す電子機器の対象空間9は、2mm厚の鉄板で覆われた200×100×50mmの匡体で、その内部中央近傍には、パワーICなどを搭載した10×5×5mmにモデル化されたプリント基板の熱源8が内蔵されている。

【0026】そこで上記入力装置1へのデータの輸入は、まず解析条件処理部2aにおける図2に示す解析条件メニューにしたがって、次元＝三次元、対流＝自然対流、計算方法＝高速計算などのデータが入力される。

【0027】続いて図3の形状データメニューにしたがって、匡体の寸法X=200、Y=100、Z=50、W=2の外形寸法の入力や、物性値の選択（鉄を選ぶことで、自動的に鉄の密度や比重、熱伝達率などの物性値がセットされる）が行われ、次に内部の部品の形状データ処理部2bの入力が行われる。第1のシミュレーション対象においては内部の部品は熱源8のみであるため、その寸法X=10、Y=5、Z=5や、配置位置X=100、Y=50、Z=2及び発熱量=100Wなどを入力する。

【0028】更に、境界条件処理部2cにおける境界条件メニューのデータの輸入は、第1のシミュレーション対象においては、匡体には放熱口がないため図4に示すメニューの各項目には0のデータを入力する。

【0029】上記入力データは入力データ処理部2の解析条件処理部2aや形状データ処理部2bまたは境界条件処理部2cで各々3次元ソリッド／サーフェス手法のデータに変換されて、表示装置7で表示されると共に記憶装置4の入力データ及び3次元ソリッド／サーフェスのデータ入力領域4aに保存される。

【0030】解法選択手段3では、上記解析条件処理部2aで設定した計算方法＝高速計算に従って、演算手段5の高速演算手段5aを選択する。

【0031】高速演算手段5aでは、熱回路網法12aと流体回路網法12bで、記憶装置4の入力データ領域4aに保存されている入力データと3次元ソリッド／サーフェスデータを用いて演算処理を行い、演算結果を記憶装置4の出力データ領域4bに格納する。

【0032】演算処理が終了するとシミュレーション処理部6は、記憶装置4の出力データ領域4bのデータを参照しながら3次元ソリッド／サーフェス手法のデータとして表示装置7に表示する画面データを作成する。

【0033】出力結果の表示例としては、例えばオペレータがプルダウンメニューでカラーコンター図とその表示断面位置データを指定すれば、図8に示す好みの断面位置でのカラーコンター図を得ることができる。

【0034】このように、オペレータは高速解法5aによって、短時間でシミュレーション結果を得ることがで



【0035】また、上記結果でプリント基板の発熱が、プリント基板8上のコンデンサの寿命を著しく阻害することが判明した場合は、更に高速解法5aで好適な条件を求める必要がある。そこで、第2のシミュレーションを第1のシミュレーション対象である電子機器の筐体の上面と側面に図9に示す放熱口（排気ファン付き排気口）11aと放熱口（吸気口）11bを取り付けて行う。

【0036】そこで、入力手段1から解析条件処理部2aの対流を対流＝強制対流に変更し、更に境界条件処理部2cで放熱口11aのデータを図5のメニューにしたがって入力する。第2のシミュレーションにおいては、排気ファン付き排気口を形成する放熱口11aは、形状をX=20、Y=20、配置位置X=100、Y=50、Z=50、開口率=0.5、流量=0.4、方向=OUTで表わされる。続いて図6に示す次の表示メニューへ吸気口を形成する放熱口11bのデータも同様に、形状をX=20、Y=20、配置位置X=200、Y=50、Z=2、開口率=0.5、流速=0で表わされるデータとして入力する。なお、流速=0は当放熱口11bでは能動的な強制流速がないことを示すもので、図6に示す方向（IN/OUT）の指定の必要はなく、放熱口11bは自然対流として演算されて、本シミュレーションにおいては吸気口としての役割を果たす。

【0037】他の条件は第1のシミュレーションと同様であり、変更されたデータは記憶装置4の入力データ領域4aに保存される。以後上記同様に高速解法5aで演算されて、図10に示す出力結果を得る。

【0038】上記第2のシミュレーションの結果が、放熱口（排気ファン付き排気口）11aの効果で十分に筐体内の温度上昇を抑える場合、例えば感度解析機能を利用することで放熱口11aなどの孔の大きさ（開口率）などの感度パラメータをプルダウンメニューで自由に変化させながら、好みの断面位置での熱量や熱流などの変化のようすを即座に知ることができる。

【0039】そして、排気ファン付き排気口の排気容量を減らして、安価な小型容量のもので置き換えても影響は少ないなどの結果を導き、より好適な条件へ絞り込むことができる。

【0040】そこで最終確認として、高精度な検査を行っておく必要がある。

【0041】第3のシミュレーションは第2のシミュレーション対象である電子機器の筐体の放熱口11a'に変えて図11に示す放熱口11a'で表される小容量排気ファンのデータを入力してシミュレーションを行うものである。

【0042】そこで入力手段1から、図2のメニューの解析条件処理部2aの計算方法を計算方法＝高精度計算とし、更に境界条件処理部2cの図5に示すメニューの

表すデータに変更する。

【0043】他の条件は第2のシミュレーションと同様であり、変更されたデータは記憶装置4の入力データ領域4aに保存される。

【0044】上記解析条件処理部2cで設定した計算方法＝高精度計算に従って解析選択手段3は、演算手段5の高精度解法5bを選択する。演算手段5では、高速解法5aで参照したデータと同一の記憶装置4に保存されている入力データ領域4aの入力データや3次元ソリッド/サーフェスデータを参照して差分法12cの演算処理を行う。この演算は、高速解法時の入力データを有効に利用して、オペレータの負担を軽減するものであるが、高精度で演算を行うため演算時間を要するもので、最終確認などの際に正確なデータの採取として使用されるものである。

【0045】以後上記同様に、演算処理が終了するとシミュレーション処理部6は、記憶装置4の出力データ領域4bのデータを参照しながら3次元ソリッド/サーフェス手法のデータとして表示装置7に表示する画像データを作成する。

【0046】表示装置7では、例えば図11に示すシミュレーション結果を得て、最終確認ができる。そこで、これらのシミュレーション結果を時間間隔毎に、カラープリンタなどに印字して設計資料として保存することもできる。

【0047】以上のように本実施例の熱流特性シミュレーション装置においては、高速解法5aで計算した結果をもとに同一データを利用して、高精度解法5bで計算をすることができる。また、3次元ソリッド/サーフェスで形状作成を行うため、被計算対象物の干渉チェックや陰線処理表示が可能のため、正確な熱計算が行えると共に、誤って形状作成を行うことを抑制することができ、オペレータは形状のチェックなどを行う必要がなく負担軽減が図れる。

【0048】なお、本実施例においてはカラーコンター図で演算結果を画面表示したがベクトル図やパーティクル図や他の表示であってもかまわない。また、形状データの inputs は図2に示すメニュー方式としたがCADなどの作図データを直接入力するものであってもよい。すなわち本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づき種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【0049】

【発明の効果】本発明によれば、3次元ソリッド/サーフェスの手法で3次元形状物を面の組合せとしてとらえて演算や表示を行うと共に、高速解法によるシミュレーションで絞り込まれた好適な条件の入力データを有効に利用して、効率よく高精度解法による詳細な解析を行なうことのできる熱流特性のシミュレーション方法及びそ

【図面の簡単な説明】

- 【図1】 本発明の実施例を示すブロック図。  
 【図2】 解析条件の入力例を示す説明図。  
 【図3】 形状データの入力例を示す説明図。  
 【図4】 第1の境界条件の入力例を示す説明図。  
 【図5】 第2の境界条件の入力例を示す説明図。  
 【図6】 その他の境界条件の入力例を示す説明図。  
 【図7】 第1のシミュレーション対象を示す構成図。  
 【図8】 その結果を示す説明図。  
 【図9】 第2のシミュレーション対象を示す構成図。  
 【図10】 その結果を示す説明図。  
 【図11】 第3のシミュレーション結果を示す説明図。  
 【図12】 数理的モデルを示す構成図。  
 【図13】 熱抵抗の解析法を示す構成図。  
 【図14】 図形論理演算を示す構成図。  
 【図15】 陰線や陰面を示す構成図。  
 【図16】 カラーコンター図を示す斜視図。  
 【図17】 ベクトル図を示す斜視図。  
 【図18】 パーティクル図を示す斜視図。

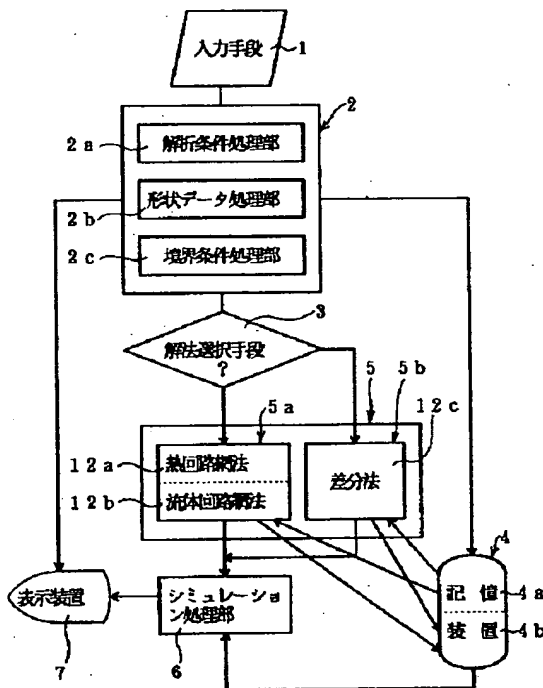
【図19】 従来例を示す高速解法のブロック図。

【図20】 従来例を示す高精度解法のブロック図。

【符号の説明】

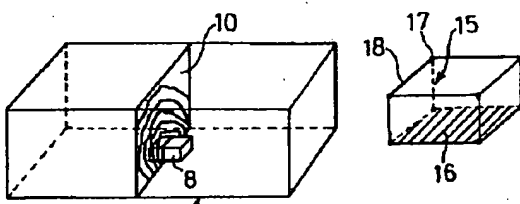
- 1 入力手段  
 2 入力データ処理部  
 2 a 解析条件処理部  
 2 b 形状データ処理部  
 2 c 境界条件処理部  
 3 解法選択手段  
 4 記憶装置  
 4 a 入力データ領域  
 4 b 出力データ領域  
 5 解法手段  
 5 a 高速解法手段  
 5 b 高精度解法手段  
 6 シミュレーション処理部  
 7 表示装置  
 8 熱源  
 9 対象空間

【図1】



【図8】

【図15】



【図2】

解析条件		
次元	2次元	次元
対流	自然対流	強制対流
熱伝導計算	する	しない
計算方法	高速計算	高精度計算
輻射計算	する	しない
緩和係数	0.5	
計算時間	5 h	
計算時間間隔	1 h	
外部温度	20.0℃	
輻射精度	細く 普通 粗く	

【図4】

境界条件		
放熱口形状		
外形寸法	X 0	Y 0
面配置位置	X 0	Y 0 Z 0
開口率	0	
流速	0 m/s	
方向	IN	OUT

【図3】

形状データ	
筐体形状	
外形寸法	X 200 Y 100 Z 50 W 2
発熱量	0 w
物性値	鉄
輻射率	0.1
内部部品	
外形寸法	X 10 Y 5 Z 5
配置位置	X 100 Y 50 Z 2
発熱量	100 w
物性値	プリント基板
輻射率	0

【図5】

境界条件	
放熱口形状	
外形寸法	X 20 Y 20
面配置位置	X 100 Y 50 Z 50
開口率	0.5
流速	0.4 m/s
方向	IN OUT

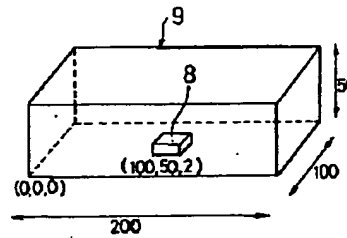
【図6】

境界条件	
放熱口形状	
外形寸法	X 20 Y 20
面配置位置	X 200 Y 50 Z 2
開口率	0.5
流速	0 m/s
方向	IN OUT

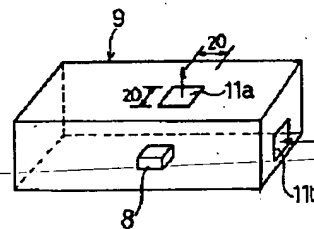
【図14】



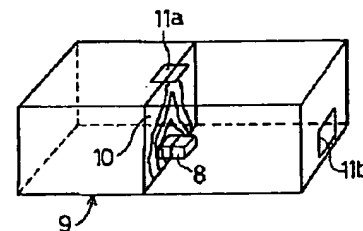
【図7】



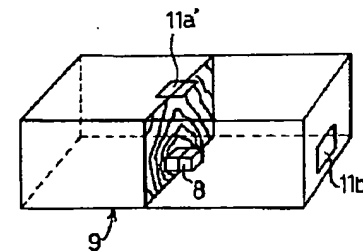
【図9】



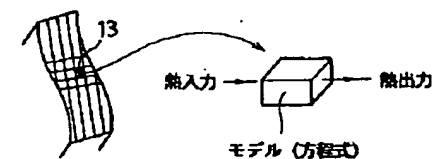
【図10】



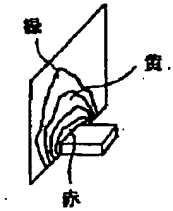
【図11】



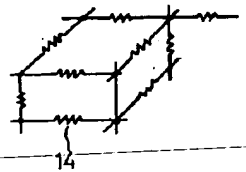
【図12】



【図16】



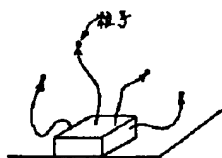
【図13】



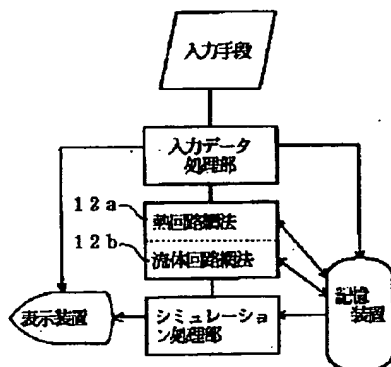
【図17】



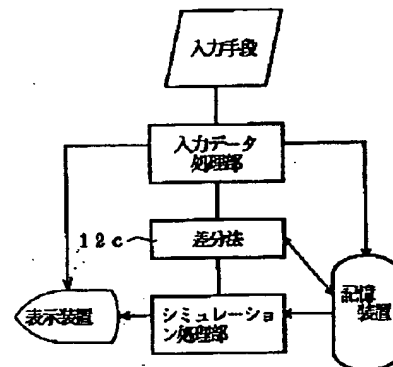
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

(72)発明者 久保 弥生  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内